

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 36 937 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**F 16 H 57/12**  
B 62 D 5/00  
B 62 D 5/04

⑦1 Aktenzeichen: 100 36 937.5  
⑦2 Anmeldetag: 28. 7. 2000  
④3 Offenlegungstag: 7. 2. 2002

DE 100 36 937 A 1

⑦1 Anmelder:  
ZF Lenksysteme GmbH, 73527 Schwäbisch Gmünd,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Bundschu, Klaus, 73460 Hüttlingen, DE;  
Kruttschnitt, Andreas, 89522 Heidenheim, DE

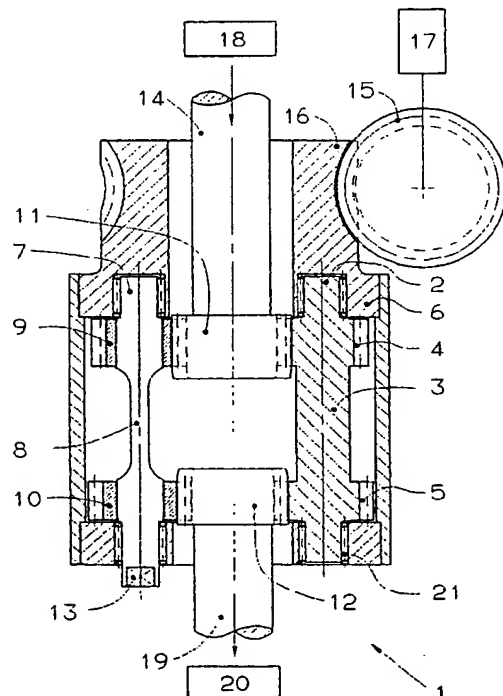
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	197 57 433 A1
DE	197 23 358 A1
DE	196 54 069 A1
DE	29 25 833 A1
DE	15 50 713 A
AT	1 89 469
EP	03 21 119 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Spielfreies Planetengetriebe, insbesondere für eine Betätigungseinrichtung einer Fahrzeug-Lenkvorrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft ein spielfreies Planetenradgetriebe (1), insbesondere für eine Betätigungseinrichtung einer Fahrzeug-Lenkvorrichtung, mit mindestens zwei Stufenplaneten (2, 7), deren jeweils zwei miteinander verbundenen Planetenräder (4, 5 und 9, 10) ständig mit anderen Zahnrädern des Planetenradgetriebes (1), die mit Innen- bzw. Außenverzahnung ausgestattet sind, in einem verzahnten Eingriff stehen, wobei das Planetenradgetriebe (1) mindestens einen starren Stufenplaneten (2) und mindestens einen drehelastischen, vorgespannten Stufenplaneten (7) aufweist.



BEST AVAILABLE COPY

DE 100 36 937 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein spielfreies Planetenradgetriebe, insbesondere für eine Betätigungseinrichtung einer Fahrzeug-Lenkvorrichtung, mit mindestens zwei Stufenplaneten nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine aus der DE 197 23 358 A1 bekannte Betätigungseinrichtung für Fahrzeug-Lenkvorrichtungen dient der überlagerten Drehwinkelübertragung von zwei Getriebeeingängen. Während der eine Getriebeeingang von einem Lenkhandrad und der andere von einem Motor beaufschlagt wird, ist der Getriebeausgang mit dem Lenkgetriebe verbunden. Die Betätigungseinrichtung ist als Planetenradgetriebe ausgebildet, wobei dessen Sonnenradnabe den Getriebeausgang und dessen zur Sonnenradnabe koaxiale Sonnenradhülse den ersten Getriebeeingang bildet. Der zweite Getriebeeingang wird aus einem zu dieser Sonnenradnabe und der Sonnenradhülse konzentrischen Planetenradträger, der Planetenräder trägt, gebildet. Von den Planetenrädern des Planetenradträgers sind jeweils zwei miteinander drehfest verbunden und koaxial um eine im Planetenradträger festgelegte Achse drehbar und im ständigen Eingriff mit Sonnenradnabe und Sonnenradhülse.

[0003] Bei Zahnradgetrieben, wie auch bei mit Zahnradern betriebenen Planetenradgetrieben, treten herstellungsbedingte Toleranzen, wie Zahndickenabmaß, Flankenformfehler, Rundlauffehler, Teilungsfehler und Achsabstandsabweichungen auf. Um ein Klemmen der Getrieberäder zu vermeiden, muß zwischen den Flanken daher stets ein Spiel vorhanden sein. Dieses Zahnflankenspiel ist bei Anwendungen, wie der Betätigungseinrichtung für Fahrzeug-Lenkvorrichtungen störend, da dort bis zu einem definierten Moment eine Spielfreiheit in beide Drehrichtungen erforderlich ist.

[0004] Ein Planetenzahnradgetriebe mit Mitteln zur Beseitigung des störenden Zahnflankenspiels ist in der DE 197 57 433 A1 beschrieben. Dieses Planetenzahnradgetriebe weist ein Hohlrad, ein Ritzel und einen Umlaufträger mit gleichzeitig in dem Hohlrad und dem Ritzel kämmenden Planetenrädern auf. Von ihrer Breite her sind Hohlrad und Ritzel jeweils größer als die Breite des mit ihnen im Eingriff stehenden Planetenrades. Diese überschüssige Breite ist dem kämmenden Planetenrad jeweils so zugeordnet, daß sie jeweils auf einer Seite des Planetenrades übersteht. Dabei überragt das Ritzel eine Stirnseite des Planetenrades, die derjenigen gegenüberliegt, an der die überschüssige Breite des Hohlrades das Planetenrad überragt. Auf beiden Stirnseiten des Planetenrades ist ein achsgleich mit dem Planetenrad drehbares Zusatzzahnrad, welches jeweils gegenüber dem Planetenrad drehelastisch verspannt ist, gelagert. Durch die vorstehend beschriebene Zahnbreiten-Ausbildung ist es möglich, daß von den Zusatzzahnradern eines allein mit dem Ritzel und das andere allein mit dem Hohlrad in einem verzahnten Eingriff steht, so daß ein Zusatzzahnrad als radial innen spannendes, während das andere als radial außen spannendes Zusatzzahnrad wirkt.

[0005] Diese Lösung erfordert einen verhältnismäßig hohen Bauaufwand, bei den speziellen Zusatzzahnradern und deren Anordnung zu der Zahnbreiten-Ausbildung von Ritzel und Hohlrad des Planetenradgetriebes.

[0006] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Lösung liegt das Problem zugrunde, ein spielfreies Planetenradgetriebe der eingangs angegebenen Art zu konzipieren, bei welchem die Spielfreiheit durch betriebssichere und baulich einfache Mittel realisiert wird. Das Problem wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 aufgeführten Merkmale gelöst, indem das Planetenradgetriebe mindestens einen starren und mindestens einen drehelastischen, vorgespannten Stufenplaneten aufweist. Die mit der Erfin-

dung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß mit dem drehelastischen Stufenplaneten, der bei Verschleiß selbstnachstellend ist, das Gesamtspiel eines Planetenradgetriebes ohne Verstellung des Achsabstandes kompensiert wird, wobei die Lösung einfach, preiswert und kleinbauend ist. Dabei kann die erfinderische Lösung bei Schrägverzahnung und Gradverzahnung der Zahnräder des Planetenradgetriebes zur Anwendung kommen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Ein Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

[0008] Fig. 1 ein spielfreies zweistufig übersetzendes Planetenradgetriebe im Längsschnitt;

[0009] Fig. 2 ein spielfreies Planetenradgetriebe als Betätigungseinrichtung für eine Fahrzeug-Lenkvorrichtung;

[0010] Fig. 3 eine Steifigkeitskennlinie eines erfindungsgemäßen Planetenradgetriebes.

[0011] Im Wesentlichen gleiche Teile in den unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0012] In der Zeichnung ist ein Planetenradgetriebe 1 mit zwei Stufenplaneten 2, 7 dargestellt. Diese Stufenplaneten 2, 7 sind über Wälzlager 21 in einem Planetenradträger 6 gehalten und tragen jeweils zwei Planetenräder 4, 5 und 9, 10, die paarweise miteinander verbunden sind. Während die Planetenräder 4, 5 des einen Stufenplaneten 2 durch eine Welle 3 starr verbunden sind, ist die zweite Welle 8 als Drehstab(-feder) ausgebildet und läßt eine elastische Verdrehung der durch sie getragenen Planetenräder 9, 10 zu. Die Planetenräder 4, 5 und 9, 10 der Stufenplaneten 2, 7 stehen im ständigen verzahnten Eingriff mit zwei Sonnenrädern 11, 12. Eines dieser Sonnenräder 11, 12 ist mit dem Getriebeeingang 14 verbunden, während das andere dem Getriebeausgang 19 zugeordnet ist. Montageseitig wird die als Drehstab ausgebildete Welle 8 des drehelastischen Stufenplaneten 7 um einen vorbestimmten Drehwinkel vorgespannt, so daß das Rückfedermoment auf beide Planetenräder 9, 10 wirkt. Diese legen sich mit ihren Zahnflanken an die jeweils mit ihnen im verzahnten Eingriff stehenden Zahnflanken der Sonnenräder 11, 12 an und üben eine Kraft auf diese aus. Diese Kraft erzeugt ein Drehmoment, das die Sonnenräder 11, 12 solange verdreht, bis sie wiederum an den Zahnflanken der Planetenräder 4, 5 des starren Stufenplaneten 2 anliegen. Als Ergebnis dieses Vorspannens des Drehstabes liegen alle im Eingriff befindlichen Zahnflanken federnd aneinander an, so daß bis zu einem definierten Drehmoment das Gesamtspiel des Planetenradgetriebes kompensiert wird. Je nach Drehrichtung erfolgt die Kraftübertragung über den starren oder den drehelastischen Stufenplaneten 2 oder 7. Eine Steifigkeitskennlinie eines erfindungsgemäßen Planetenradgetriebes 1 ist in der Fig. 3 dargestellt.

[0013] Ein Planetenradgetriebe mit der beschriebenen Funktionalität kann auch derart ausgebildet sein, daß die Planetenräder der Stufenplaneten in zwei Hohlräder oder ein Hohlrad und ein Sonnenrad kämmend eingreifen.

[0014] Ebenso ist das Funktionsprinzip auf zusammengesetzte Planetenradgetriebe anwendbar.

[0015] In einem nicht dargestellten Anwendungsfall wird die Kompensierung des Gesamtspiels des Planetenradgetriebes erreicht, indem die an sich starre Welle des drehelastischen Stufenplaneten zwei Planetenräder aufnimmt, von denen mindestens eins drehbar und ohne Axialspiel auf der Welle gelagert ist. Auf dieser Welle ist eine Drehfeder, beispielsweise eine Schrauben- oder Schenkelfeder, angeordnet, die beide Planetenräder derart verbindet, daß sie federnd relativ zueinander verdrehbar sind.

[0016] Ebenfalls nicht dargestellt ist die Ausstattung des drehelastischen Stufenplaneten mit einer als Anschlag wirkenden Klauenkupplung, die den Verdrehwinkel in beide Drehrichtungen begrenzt, so daß der drehelastische Stufenplanet im Falle einer übermäßigen Belastung des Planetenradgetriebes einen Anteil des zu übertragenden Drehmomentes aufnimmt.

[0017] Um montageseitig das Vorspannen des drehelastischen Stufenplaneten 7 zu erleichtern, sind an der gehäuseaußenseitigen wellenstumpffartigen Verlängerung dieses Stufenplaneten 7 Werkzeugangriffsflächen 13 integriert.

[0018] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Planetenradgetriebe 1, das als übersetzendes zweistufiges Getriebe ausgebildet ist. Die Stufenplaneten 2, 7 ermöglichen je nach Art der Getriebestufung eine Eingangsdrehzahl bei geräuscharmigen Lauf und spielfrei in beide Drehrichtungen zu reduzieren oder zu erhöhen. Diese Ausführung eröffnet die Anwendung des Planetenradgetriebes 1 in allen Bereichen des Maschinen- bzw. Fahrzeugbaues, in denen ab- oder hochgestufte Drehzahlen benötigt werden.

[0019] In Fig. 2 ist ein bevorzugter Anwendungsfall des Planetenradgetriebes 1 in einer Fahrzeug-Lenkvorrichtung, speziell ein Längsschnitt einer als Überlagerungsgetriebe ausgeführten Betätigungseinrichtung einer servounterstützten Lenkeinrichtung, zu sehen.

[0020] Im Unterschied zu dem in Fig. 1 ausgeführten Anwendungsfall ist hier ein zweiter Getriebeeingang 15, 16, hier als Schnecke 15 und Schneckenrad 16 zu erkennen, integriert. Das Schneckenrad 16 ist mit dem Planetenradträger 6 verbunden. Lenkhandrad 18, der Stellmotor 17 sowie das Lenkgetriebe 20 sind nur symbolisch als Blöcke dargestellt. Der vom Fahrer in das Lenkhandrad 18 eingeleitete Drehwinkel wird über den ersten Getriebeeingang 14 und das Sonnenrad 11 eingeleitet. Eine mit dem Sonnenrad 12 drehfest verbundener Getriebeausgang 19 ist über das Lenkgetriebe 20 mit den Fahrzeuglenkrädern verbunden. Eine nicht dargestellte Regeleinheit, die über Sensoren die Verstellung des Lenkwinkels und ggf. andere die Lenkcharakteristik beeinflussende Kennwerte erfaßt, aktiviert den Stellmotor 17, der auf den zweiten Getriebeeingang 15, 16 und damit auf den Planetenradträger 6 wirkt. Das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Getriebeeingang 14 und dem Getriebeausgang 19 wird nun durch die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit des Stellmotors 17, durch Überlagerung des über das Lenkhandrad 18 eingeleiteten Drehwinkels, bestimmt.

[0021] Ein Planetenradgetriebe 1 der angegebenen Art ist jederzeit auch in anderen Lenkeinrichtungen, z. B. einer mechanischen Lenkeinrichtung ohne Lenkunterstützung, einsetzbar.

eine Welle (3 oder 8) verbunden sind und daß die Welle (8), die beide Planetenräder (9, 10) des drehelastischen Stufenplaneten (7) miteinander verbindet, als Drehstabfeder ausgebildet ist.

3. Spielfreies Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (8) des drehelastischen Stufenplaneten (7) zwei Planetenräder (9, 10) aufnimmt von denen mindestens eins drehbar und axialspielfrei auf der Welle (8) gelagert ist, wobei diese Welle (8) eine Drehfeder aufnimmt, die beide Planetenräder (9, 10) derart verbindet, daß sie federnd relativ zueinander verdrehbar sind.

4. Spielfreies Planetenradgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der Welle (8) und/oder den Planetenrädern (9, 10) des drehelastischen Stufenplaneten (7) mindestens ein, den Verdrehwinkel der Planetenräder (9, 10) zueinander in beide Drehrichtungen begrenzender Anschlag integriert ist.

5. Spielfreies Planetenradgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stufenplanet (7) gehäuseaußenseitig Werkzeugangriffsflächen (13) aufweist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Spielfreies Planetenradgetriebe, insbesondere für eine Betätigungseinrichtung einer Fahrzeug-Lenkvorrichtung mit mindestens zwei Stufenplaneten, deren jeweils zwei miteinander verbundenen Planetenräder ständig mit anderen Zahnrädern des Planetenradgetriebes, die mit Innen- bzw. Außenverzahnung ausgestattet sind, in einem verzahnten Eingriff stehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Planetenradgetriebe (1) mindestens einen starren Stufenplaneten (2) und mindestens einen drehelastischen und vorgespannten Stufenplaneten (7) aufweist.

2. Spielfreies Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (4, 5 und 9, 10) der Stufenplaneten (2 und 7) jeweils durch

Fig. 2

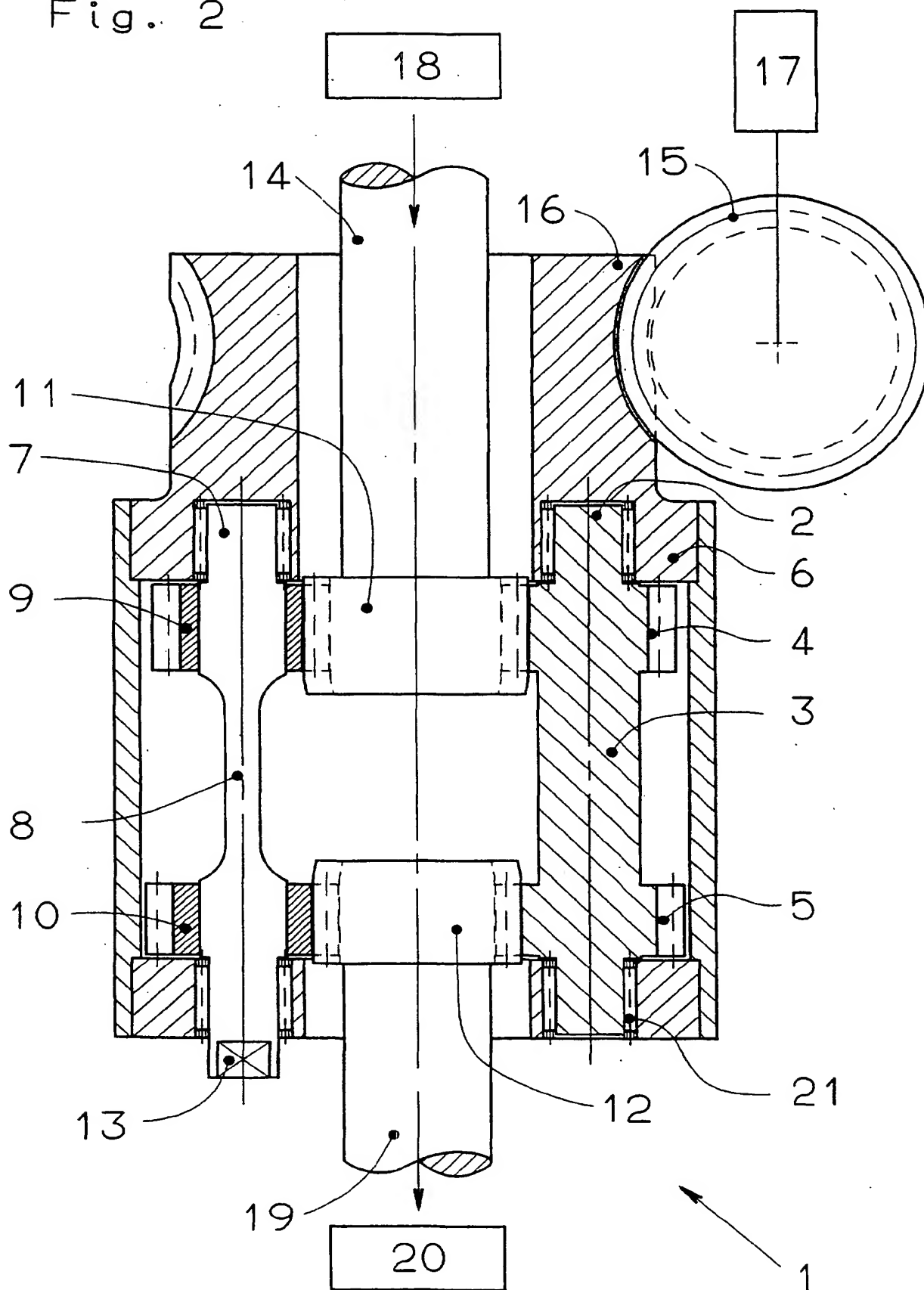


Fig. 1

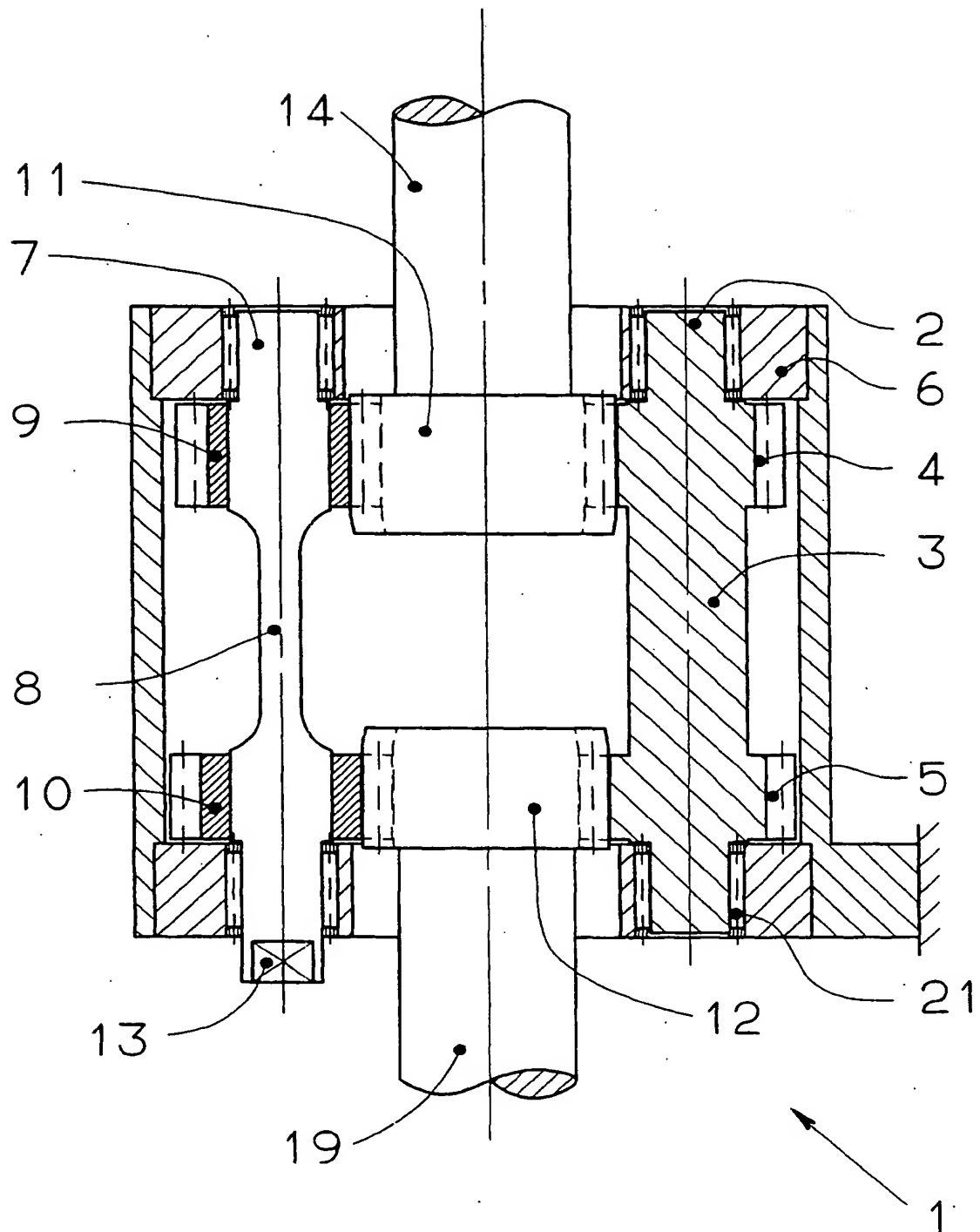


Fig. 3

